適用於熱帶改良型溫室之環境控制系統
及應用綠能科技於補光模組之開發

陳子揚[*]、黃柏喻[**]、謝廣文[***]
[*]中興大學生物產業機電工程學系碩士
[**]中興大學生物產業機電工程學系 學士
[***]中興大學生物產業機電工程學系 副教授

一、摘要

本研究整合風能及太陽能發電儲能系統，整合太陽能功率 540 W 與風能功率 600 W 之綠能儲能系統，可同時儲能，系統設計上使用雙電瓶進行充電、放電動作，並以 PLC 為控制核心，針對雙電瓶設計其控制流程。透過系統隨時偵測雙電瓶之電壓，再依照供電電瓶電壓作為判斷，切換充放電模式，並透過結合太陽能與風能之最大功率追蹤(MPPT)進行對電瓶之最大功率輸出，系統充電 24V 電瓶，將應用於行列式自動補光載具之燈管，補光目標為藤蔓式作物，如小番茄或小黃瓜，蔓藤式植物栽種需要有支架使其攀爬，因此將燈管設計與地面垂直，以利將光線照射於目標作物上使其生長。補光屏台當載具移動利用 220V 驅動馬達，並於原點位置架設電瓶充電系統。載具移動時配合 PLC 控制器行補光。燈罩設有 8 支 T5 燈管可供應補光，面積約為 2.8 米平方。並運用單晶片及嵌入式系統技術，研製溫室環境無線感測模組、環境數據自動採集控制模組及遠端輸出驅動模組，以尋求熱帶改良型溫室或自然通風溫室低成本農業資訊化與自動化之解決方案。

關鍵詞：儲能、綠能應用、補光

二、前言

人類為追求工業與經濟發展，大量使用煤、石油、天然氣等化石燃料，不僅產生溫室效應氣體，也造成空氣污染與酸雨，甚至改變了地球原本的氣候型態，造成全球氣候變遷，影響生態環境及人體健康。如欲減緩全球暖化問題，留給後代子孫一個合適的生活環境，短程的措施是藉由節約能源及提昇能源的使用效率，長期則應降低含碳化石能源的使用，以減緩大氣中溫室氣體濃度增加的趨勢。人類無法離開環境而生存，但是人類的行為及思想將嚴重的影響環境變化，在蘊藏有限的化石燃料中，為了防止化石燃料用盡後所面臨的能源危機，各國也警覺到資源消耗的窘況，紛紛進行再生能源的開發及節能減碳之政策，因為投資再生能源是可以降低二氧化碳之排放且能

舒緩所受能源危機之困擾，如何兼顧經濟、能源與環境以達成永續發展，是一項重要的課題。

政府也積極加強推動再生能源之開發利用，再生能源之定義為太陽能、生質能、地熱能、海洋能、風力、水力等直接利用或處理後所產生之能源且認定為可永續利用之能源。其中以水利、風力、太陽能等較具有發展潛力，因此須提出更多方案及實施辦法以達成能源轉換及能源使用效率之提升。面臨全球環境變遷及氣候異常等考驗，因此利用現代化設施進行作物栽培已成為世界各國生產之趨勢。設施生產主要是透過溫室之環控系統生產作物，以降低災害發生所帶來的損失，並可提高作物產量與質量，然而溫室通風之目的在於維持作物最佳生長環境，避免高溫損害作物與控制內部溫度及相對濕度並進行換氣。自然通風可節省能源，但其缺點為易造成溫室內部溫濕度分布不均勻。而機械通風之溫室則是裝置大型通風扇，利用大型通風扇使溫室內氣流流動，並搭配水牆或噴霧系統進行降溫動作。最佳的通風控制為多段通風設定，可提供更精確的降溫能力，減少能量與提升作物品質。

三、材料與方法

3.1 綠能儲能系統

利用溫室通風扇所排出之穩定風源透過導風及整流機構使風集中且有效收集，並減少紊流以均勻平行風方式導向風力發電機，將風機之動能轉換為機械能，再將機械能轉化為電能使用，進而提升風力發電機之發電效率，並結合太陽能發電加大產出功率，再搭配最大功率追蹤器找出風機及太陽能板最大功率點對蓄電瓶進行充電，且即時偵測風機及太陽能發電電壓、充電電流與蓄電池電壓及電池狀態，以 PLC 為控制核心之控制器且記錄至 Data Bank，資訊包含：日期、時間、電瓶電壓，整體架構如圖 1 所示。

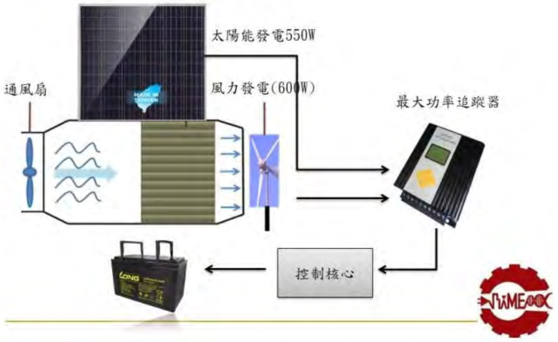

圖 1　儲能系統架構

3.2 自動補光系統

將 C 型鋼軌道設置於植栽間，利用吊掛式套件將軌道掛於溫室主體結構上確保

軌道不會晃動，距離地面 227 cm，軌道長約 40 米，初始端點與末端點位置加設極限開關，防止碰撞溫室前後端位置，行列式補光台車整體尺寸設計約 1480mm*1600mm*300mm，以鋞管為主要研製材料，分為行走部及補光部，補光平台如圖 2 所示。

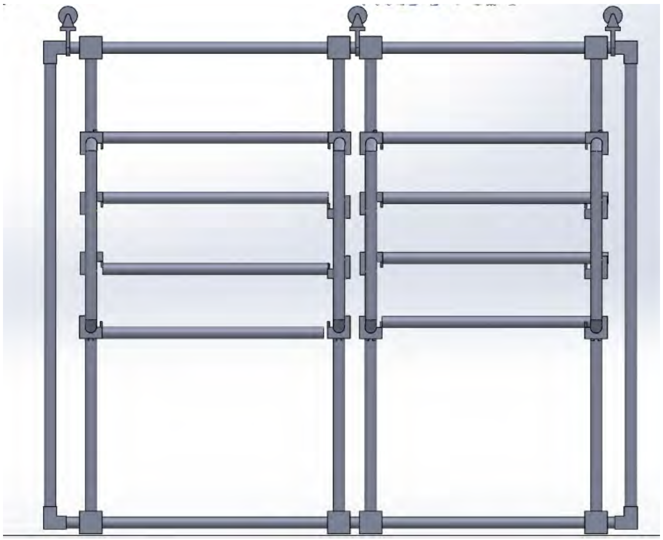

圖 2　自動補光平台

3.3 網路環控系統架構

無線感測網路設置無線感測、數據採集控制及輸出驅動三大模組，其無線感測範圍可小至單一溫室 40 平方公尺內或結合 TCP/IP 及 VPN 技術大至跨南部各縣市。

3.4 物聯網感測模組硬體設計

顯示嵌入式物聯網感測模組設計概念，規劃上使用歐洲意法半導體公司製作的 32 位元 STM32F103 為 MCU 核心晶片，再搭配有線網路晶片做為數據發布用，因應 4 組不同的感測元件需額外設計電子電路與電源線路。

四、結果與討論

4.1 網路環控系統測試

可達成環境數據感測、數據採集控制及輸出驅動的三大模組，其共通特色是 3 塊 IC 電路板均具有網路界面，因此，可以架構出單純以 TCP/IP 協定來通訊的控制系統。

4.2 綠能儲能系統測試

利用溫室通風扇所排出之穩定風源透過導風及整流機構使風集中且有效收集，並減少紊流以均勻平行風方式導向風力發電機，將風機之動能轉換為機械能，再將機械能轉化為電能使用，進而提升風力發電機之發電效率，並結合太陽能發電加大產出功

率，再搭配最大功率追蹤器找出風機及太陽能板最大功率點對蓄電瓶進行充電，且即時偵測風機及太陽能發電電壓、充電電流與蓄電池電壓及電池狀態，以 PLC 為控制核心之控制器且記錄至 Data Bank，資訊包含:日期、時間、電瓶電壓，600W 風機能夠轉換約 30%的風能為儲能系統所利用。

4.3 自動補光系統測試

於簡易溫室內進行載具移動、及燈源開閉測試。將植床分為數個補光區域，由於定位的誤差，利用初始端點與末端點位置加設接觸開關，當補光平台移到至初始端點或末端點時，馬達進行反方向運轉，使補光燈架達到來回循環式之平移完成補光動作，經由測量補光平台能提供 216μmol/m^2/s，如圖 3 及表 1。

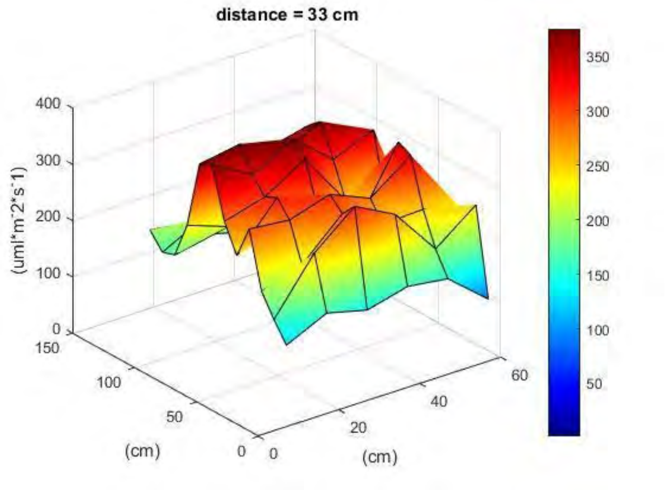

圖 3 燈管下方 33cm 處光分佈圖

表 1 燈管下方 33cm 處光分佈數據

平均照度 (μmol/m^2/s)	最大	最小	標準差
216	374	1.51	100.84

五、結論

1. 本研究設計之負載控制系統搭配最大功率追蹤器可即時偵測風機充電狀況及電瓶狀態，並搭配程式設計控制各種模式之切換進行電瓶充、放電管理，有效將風機發電之電力儲存及提供負載設備使用，並且使用雙電瓶將獨立進行充、放電動作，可有效延長負載供電及使用壽命，並能使風力發電機機及太陽能板對電瓶之充電更有效率。

2. 自動補光系統補光目標為藤蔓式作物，如小番茄或小黃瓜，蔓藤式植物栽種需要有支架使其攀爬，因此將燈管設計與地面垂直，補光台車軌道長約 40 米，補光台車長為 148cm，分距離 33cm 可提供平均照度為 216 μmol/m^2/s，補光光量對作物的影響，還需要更多實驗來驗證。

六、參考文獻

1. 方煒。田間伺服器與無線感測網路的國內外發展。2006。作物生產及運銷專家系統整合與促進研討會論文。
2. 何榮祥、鄒佳倫、蕭艾茹。溫室內溫度量測與環控系統效能評估。2010。
3. 吳政隆、余政杰。運用 Wi-Fi 技術實現遠端通訊。2014。
4. 吳祥銘、許成源、鍾瑞永、黃裕益。分散式模組化設施環境監控系統之研究。
5. 張存安。2012。風力發電最大功率追蹤之並聯輸入串並聯輸出隔型直流/ 直流轉換器研製。碩士論文：國立台灣科技大學電機工程系。
6. 陳加忠。1999。蝴蝶蘭溫室的結構與環控。中華盆花 30：9-11。
7. 陳柏宏。2004。風力及太陽能發電最大功率控制器之設計與實作。研究報告：聖約翰技術學院電機系。
8. 陳響亮、陳廷宗、林昆輝。2013。綠色農場遠端自動化監控系統之研究。
9. 黃俊盛。2001。電動車用鉛酸電池快速充電策略之研究。碩士論文：國立彰化師範大學工業教育與技術學系。
10. 黃勝正。2006。灰色預測中辨識係數對鉛酸電池放電系統影響之研究。碩士論文：國立彰化師範大學機電工程學系碩士班。
11. 萬一怒。農業無線感測器網路建構技術。農漁牧產業自動化網站
12. 謝銘治。2009。小型風力發電機葉片之結構力學分析研究。碩士論文：長庚大學機械工程研究所。
13. 顏炳郎。2012。小型風力發電機於植物工廠的應用。台灣農學會報 13 卷 5 期:471-486。